

Как видно из рисунков высокочастотная и сверхвысокочастотная электромагнитные методы обработки способствуют уменьшению количества отложений АСПО на внутренней стенке нефтепровода. Кроме того эффективность того или иного метода обработки зависит от состава (сорта) нефти. Для парафинистых нефтей наиболее эффективна ВЧ ЭМ обработка, а для нефти с повышенным содержанием асфальтенов и смол – СВЧ ЭМ. Таким образом, электромагнитная обработка способна стать достаточно эффективным превентивным способом борьбы с отложениями АСПО на внутренних стенках нефтепроводов.

Список публикаций:

- [1] Шмелев П.И. // ТРИЗ как объективная реальность. Особенности классификации и разработки трудноизвлекаемых запасов// Журнал «Сибирская нефть» Изд-во ПАО «Газпром-Нефть». 2018. № 149. С.16.// Электронная версия журнала <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-march/1489610/>
- [2] Абдель-Гани, А. Ш. Отложение парафина на стенках нефтепроводов при понижении их производительности / А. Ш. Абдель-Гани // Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М., 1963. – Вып. 46. – С. 156–164.
- [3] Абрамзон, Л. С. О запарафинивании нефтепроводов / Л. С. Абрамзон, В. А. Яковлев // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. – М., 1964. – Вып. 3. – С. 63–70.

Математическое моделирование процесса гравитационного осаждения суспензии

Мухутдинова Айгуль Айратовна
Бакирский государственный университет
 Киреев Виктор Николаевич, к.ф.-м.н.
muhutdinova18@gmail.com

Процесс образования отложений на стенках труб при течении растворов встречается в повседневной жизни, например, в трубах горячего водоснабжения, в медицине это отложение холестериновых бляшек в сосудах. В химии процесс осаждения применяется для очистки реактивов, заключающийся в переводе примеси (или основного вещества) в осадок [1]. В нефтедобывающей промышленности отложения образуются на стенках насосов, клапанов, а также на внутренней поверхности скважинного оборудования [2].

Осаждение - это процесс разделения неоднородных систем, при котором взвешенные в жидкости или газе твердые или жидкие частицы отделяются от сплошной фазы под действием силы тяжести, сил инерции (в том числе центробежных) или электростатических сил (рис.1.).

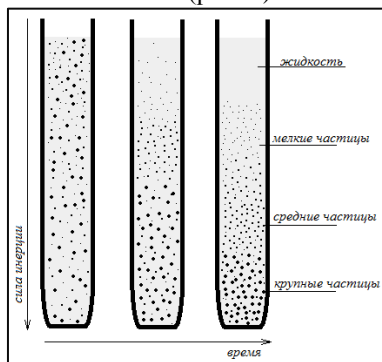


рис.1. Процесс осаждения частиц в жидкости

Целью данной работы является определение закономерностей процесса гравитационного осаждения суспензии с помощью численного моделирования.

Была построена математическая модель седиментации монодисперсных суспензий [3]. Динамика концентрации дисперсных частиц $c(x, t)$ описывается одномерным уравнением конвекции-диффузии:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u(c) \cdot c) = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(c) \frac{\partial c}{\partial x} \right), \quad 0 < x < x_{\max}, \quad t > 0, \quad (1)$$

где $u(c)$ - скорость оседания дисперсных частиц, $D(c)$ - коэффициент диффузии.

В качестве граничных условий используется условия третьего рода, которые говорят об отсутствии конвективного и диффузионного потоков через границу:

$$\left(u(c) \cdot c - D(c) \frac{\partial c}{\partial x} \right)_{x=0, x_{\max}} = 0 \quad (2)$$

Концентрация в начальный момент времени предполагается постоянной

$$c|_{t=0} = c_0.$$

Начальная скорость осаждения частицы в суспензии отличается от ее конечной скорости, окружающие частицы препятствуют и ограничивают противоток окружающей непрерывной фазы. Для описания факторов, которые влияют на замедление скорости осаждения, используются формулы [4]:

$$u(c) = u_T \cdot f_h(c), \quad f_h = \frac{\mu_c(1-c_0)}{\mu} \quad (3)$$

Коэффициент диффузии определяется по формуле Стокса-Эйнштейна.

$$D(c) = \frac{k_B T}{3\pi\mu d} \quad (4)$$

В качестве численного метода был выбран метод контрольного объема [5] и написана программа на языке программирования C++ в кроссплатформенной среде разработки Qt Creator.

Результаты численного моделирования приведены на рис.2 и рис.3. Распределения концентраций частиц одинакового диаметра в разные моменты времени (рис.2) позволяют оценить время полного расслоения суспензии. Распределения концентраций частиц разных диаметров в один и тот же момент времени (рис.3) показывают, что при увеличении диаметра частиц процесс осаждения происходит быстрее.

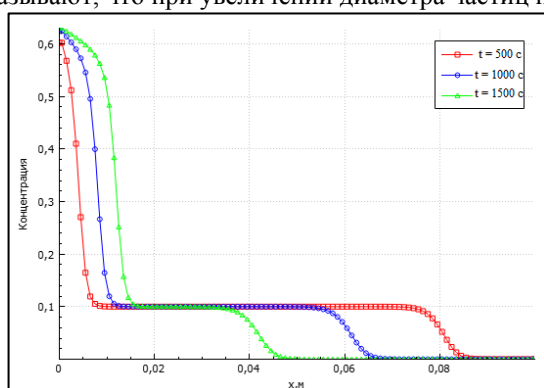


рис. 2. Концентрация частиц в суспензии в различные моменты времени

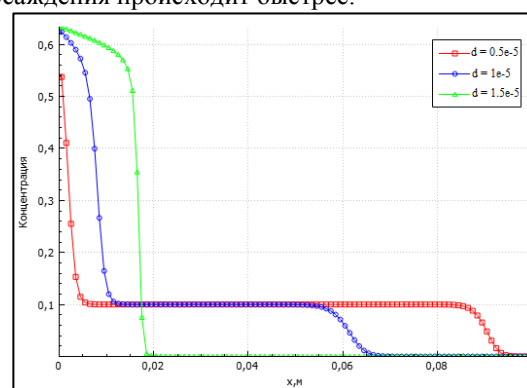


рис. 3. Концентрация частиц разных диаметров в суспензиях

Список публикаций:

- [1] Плановский А. Н., Николаев П. И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. // Изд-во «Химия». М. 1972. С. 496.
- [2] Crabtree M, Eslinger D, Fletcher P, Miller M, Johnson A, King G: Fighting Scale – Removal and Prevention, Oilfield Review 11, 1999 p.15.
- [3] Antonopoulou, E., Rohmann-Shaw, C. F., Sykes, T. C., Cayre, O. J., Hunter, T. N., Jimack, P. K.. Numerical and experimental analysis of the sedimentation of spherical colloidal suspensions under centrifugal force. Physics of Fluids, 2018. p.12.
- [4] Richardson J. F., Zaki W. N., Sedimentation and fluidization: Part I, Chem. Eng. Res., p.19.
- [5] Патанкар С. В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости // Пер. с англ. – М., Энергоатомиздат, 1984, -152 с.